

自律型ロボットを用いた題材の開発[†]

—生活にいかす力を育てる学習方法の工夫—

渡邊 渉*・山菅 和良**・梶谷 隆雄**・針谷 安男*

宇都宮大学教育学部*

宇都宮大学大学院教育学研究科**

新学習指導要領、中学校技術・家庭科技術分野では、すべての領域が必修となり、「プログラムによる計測・制御」の指導法の確立は急務である。またその学習を通して、技術が社会生活や家庭生活の中に多くかかわっていることを知り、生活の中で学んだ技術をいかす力を身につけることが求められている。

本研究では、「プログラムによる計測・制御」学習の再構築を目指し、技術と生活とのかかわりの理解及び、学んだ技術を生活にいかす力の育成を目指した授業の立案した。教材としては生活に密着した授業を展開できる自律型ロボット教材を選定し、それを用いた授業実践計画を立てた。さらに、授業計画に基づいた授業実践を行い、題材や授業計画の有効性について検証した。その結果、「プログラムによる計測・制御」に関する基礎・基本の知識・技能の習得に加え、新学習指導要領が求める学んだ技術を生活にいかす力の育成に効果があることが明らかになった。

キーワード： 自律型ロボット教材、プログラムによる計測・制御、題材、生活にいかす力、授業実践

1. はじめに

これまでの社会の発展は技術の発展と共にあったといっても過言ではない。しかし、著しい技術の発展の中、私たちはその技術を扱うことはできるが、その技術に対する知識はそれほど持っていないのが現状である。これは、日々進化していく技術の速さに人々がついていけないことを物語っている。

こういった現状を受け、2008年3月に新学習指導要領⁽¹⁾が告示された。中学校技術・家庭科技術分野でも、その学習内容に大きな改訂がなされた。これは、現代社会で活用されている多様な技術を、①材料と加工、②エネルギー変換、③生物育成、④情報活用の4観点から整理し、すべての生徒に履修させることを目的としている。

また、その目標では①基礎的・基本的な知識・技術、②生活と技術との関わりについて理解、③技術を適切に評価し、活用する能力、④生活を工夫し創造する能力を習得することが重要であり、これらの

習得した技術を生活の中にいかす力を育てることが必要であると示された。

そこで本研究では、新たに必修となった「プログラムによる計測・制御」の学習の指導法の提案が強く求められている中で、この学習を通して技術と生活とのかかわりの理解及び、学んだ技術を生活にいかす力を育成するために必要であると考えられる力の育成を目指した。これらの学習が可能となる生活に密着した授業を展開できる自律型ロボット教材を選定し、それを用いた授業計画を立てた。また、授業計画に基づいた授業実践を行い、題材や授業計画の有効性について検証した。

2. 学習のねらい

自律型ロボットを用いた学習は、プログラムや計測・制御、アルゴリズムなどの基礎から、発展的な内容まで幅広く学ぶことができる。

加えて本研究では、技術と生活との関連についての学習が可能となるよう、自律型ロボット教材を使って、どのように身の周りの機器が制御されているか、どんな機構が使われているかなどを、知識として得るだけでなく、体験的に学習できることを考えている。

そのために、課題の設定は身の周りにある電化製

[†] Shou WATANABE*, Kazuyoshi YAMASUGA**, Takao KOUJIYA** and Yasuo HARIGAYA*: Development of the Subject by using Autonomous Robot - The Device of the Learning Method to bring up Power to make use of a Skill in Life -

* Faculty of Education, Utsunomiya University

** Graduate School of Education, Utsunomiya University

品などのモデル化を題材とする。また、モデル化の製作を通して学んだプログラミングの知識やセンサについての知識を生かし、最終課題として生活に役立つ機器の開発（モデル化）を行う。

このような課題を設定し、生活を豊かにするために何が必要か、改めて実生活を見直し考えることで、計測・制御の技術と生活との関連を意識すると共に、学んだ技術を生活にいかそうとする実践的な態度や、実際にいかす力を育成することをねらいとする。

3. 教材の選定

本研究の目的の1つである生活と技術の関連の理解に重点を置いた課題に対応できるよう、自律型ロボット教材に必要な事項として、形態が決まっておらず自由に組み立てができること、センサの位置を自由に配置でき、数も豊富で選択の幅が広いこと、発展的な課題が行えることなどが必要である。

この条件を満たす、教材の選定のために、近年自律型ロボット教材として紹介⁽²⁾⁻⁽⁵⁾されているものの中で6種類のロボット(OJ2, TJ3, LEGOMINDSTORMS (RCX, NXT), キューブカート2, ロボデザイナー)について、比較検討を行った。

教材を選定するための各項目と評価基準は以下の通りで、各項目とも3段階評価とした。

1. プログラミングの難易度

プログラミングの形式、プログラミング時の操作、プログラミング画面の見やすさなど。

2. 製作の難易度

製作に必要な工具、作業の細かさ、製作時間など。

3. センサ

種類と数。

4. 組み立ての自由度

形態やセンサの配置は決まっているか、パーツが豊富であるかなど。

5. 発展性

6. 価格

それらの比較の結果を表1に示す。各ロボットの総合点を見ると、LEGOMINDSTORMS・NXT（以下NXTと呼ぶ）が最高得点となった。

このNXTは、

①組み立ての自由度が高いため、課題に合わせて様々な形態の機器が製作できることである。431

個のパーツがあり、工具は不要で容易かつ自由に組み立て、分解ができる。

②センサの数が豊富で、自由に配置できるので、設定できる課題の幅が広いことである。通常で5つのセンサ、光センサ、タッチセンサ、超音波センサ、サウンドセンサ、回転センサがあり、拡張センサとして温度センサ、赤外線センサ、角度センサなど他にも様々なセンサがある。

①・②の特徴により、本研究に対応した生活に役立つ機器の製作時に、生徒のアイディアの幅も大きく広がり、そのアイディアの実現も可能となる。

表1 ロボット教材の比較表

項目	OJ2	TJ3	RCX	NXT	キューブカート2	ロボデザイナー
プログラミングの難易度	3	3	2	2	3	2
製作の難易度	1	2	3	3	2	1
センサの種類と数	3	3	2	3	1	2
組み立ての自由度	1	1	3	3	1	2
発展性	2	2	3	3	1	2
価格	3	2	1	1	3	2
総合点	13	13	14	15	11	11

1：あまり適していない 2：適している

3：非常に適している

4. 課題の考案

4.1 電化製品の構造の調査

生活に関連した製品のモデルを製作する課題を考える前に、どんなものがNXTを使ってモデル化できるのか知るために、電化製品の構造を調査した。

電化製品の構成を調査したところ、電化製品のほとんどが図1のように検出装置、処理装置、出力装置によって構成されている。この構成を理解することで電化製品の動作原理を理解することができる。また、モデル化は完全にモデル化できるものだけでなく、この3つの構成を含む一部の再現であっても、同じような学習効果が得られると考える。

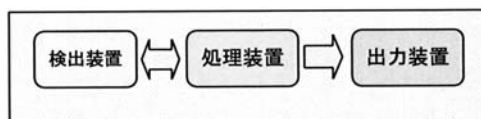


図1 電化製品構成要素

4.2 電化製品のモデル化と課題

本研究の授業実践に適した生活と技術との関連を意識しながら授業に取り組むことのできるモデル化の課題を考案するために、NXT でモデル化できるものを検討・製作した。これらの機器のモデルの中から、中学生向けの授業をするのに適したモデルを比較・選定した。

選定の基準は製作の難易度、プログラムの難易度、センサの数と種類、発展的課題への対応である。検討した課題の一覧を表 2 に示す。

表 2 課題の比較表

モデル名	製作 難易度	プログラ ムの 難易度	センサ の数と種類	発展性
自動ドア	高	低	1(超音波)	有
エアコン 冷蔵庫	低	低	1(温度)	有
自動照明	低	低	2(光, 超音波)	無
警報機	低	普	1(超音波)	無
温度計	低	普	1(温度)	有
アラーム	低	高	1(タッチ)	有
追突防止 カー	高	低～高	1～2(光, 超音波)	有
レジシステ ム	普	普～高	1(光)	有

モデル化課題 1 として、製作・プログラム共に容易で、中でもより身近な機器であるエアコン・冷蔵庫のモデル、モデル化課題 2 として、製作の難易度は高いがプログラムの課題に発展性があり、より身近な機器である自動ドアのモデルを選定した。

また、本授業の導入課題として、プログラミングツールの説明時に追突防止カーの完成品を配り、簡単な課題を行ってプログラミングツールの説明を行うこととした。

5. 授業計画とアンケート項目

5.1 授業計画

本研究のねらいと考案した課題を踏まえて作成した、授業計画と学習内容を表 3 に示す。対象は中学 3 年生とし、選択技術 12 時間である。実際の授業では製作の遅れなどが生じ、進行状況に合わせて計画を変更しながら授業を進めていった。

授業計画では、常に生活との関連を意識して展開していくことで、計測・制御と生活との関連を意識しながら学習に取り組むことができる内容とした。

表 3 授業計画

時数	学習内容
1(1)	・ガイダンス ・プログラム、計測・制御とは？ ・フローチャートとは？
2(3)	・プログラミングツールの説明
4(7)	・見本の機器の製作とプログラミング ・生活に役立つ機器の構想
3(10)	・生活に役立つ機器の製作とプログラミング
1(11)	・テストラン、デバッグ
1(12)	・発表会 ・まとめ

5.2 アンケート項目

本授業計画の各時間の能力の変化や、事前・事後での総合的な変化を見るために、適したアンケート項目について検討し、授業終了後にアンケート調査を行った。

(1) 各時間アンケート

本研究の目的である生活にいかす力を育成について評価するため、新学習指導要領の目標から生活にいかす力につながると考えられる能力を図 2 に示すように考え、質問項目を表 4 に示すように設定した。

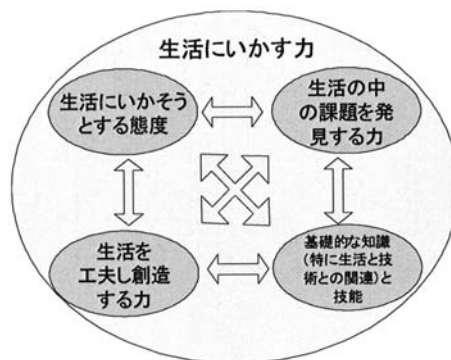


図 2 生活にいかす力

表4 各時間アンケートの質問項目

質問項目	内容
項目1	プログラミングやロボット製作がしたいと思った。 (プログラムや製作に関しての関心・意欲・態度)
項目2	プログラムや計測・制御について理解できた。 (プログラムによる計測・制御に関する知識・理解)
項目3	自分の考えや創造したものをプログラミング、または製作できるようになった。 (プログラミングや製作に関する基礎的な知識・技能)
項目4	今日学んだことが生活で使われていることがわかった。 (生活と技術との関連に関する知識・理解)
項目5	生活の中の課題を考えるようになった。 (生活の中の課題を発見する力)
項目6	授業で学んだことを生活の中で生かしていこうと思った。 (生活にいかそうとする態度)
項目7	学んだことをいかして、生活の中の課題を解決できるようになった。 (生活を工夫し創造する力)

(2) 事前・事後アンケート

本授業の学習効果を調査するため表5に示すように質問項目を設定した。これらの項目は学習効果を文献⁽²⁾⁽³⁾と比較するため、共通の質問項目とした。

作成した事前・事後アンケートの質問項目は以下の通りである。

表5 事前・事後アンケート質問項目

質問項目	内容
項目1	ロボットに対して興味がある(もった)
項目2	ロボットについて(もっと)いろいろなことを知りたい
項目3	制御がどのようなものか知っている(わかった)
項目4	身のまわりの機器がどのように制御されているか理解している(理解できた)
項目5	プログラムがどのようなものか知っている(わかった)
項目6	プログラムを(もっと)作成してみたい
項目7	プログラムについて(もっと)いろいろなことが知りたい
項目8	自分の力でプログラムが(もっと)考えられるようになりたい
項目9	これから行う授業が楽しみだ(楽しかった)

※ () 内は事後

質問項目は項目1～2がロボット学習に関する関心・意欲・態度、項目3～5がプログラムによる制御に関する知識・理解、項目6～8がプログラム学習に関する関心・意欲・態度である。

6. 授業計画に基づいた授業実践

6.1 実践概要

平成21年11月から12月にかけて、鹿沼市立A中学校の第3学年を対象とし、選択授業内で作成した授業計画をもとに実践授業を行った。この実践を通して、「プログラムによる計測・制御」の基礎・基本と生活にいかす力の育成を目指した授業計画の学習効果を検証した。

生徒は第3学年の選択授業で技術を選択した計11名、実施は週1回、50分授業を2時間続きで行った。また、生徒を2人組4グループと3人組の1グループに分け、教材はNXTをグループに1台準備した。

6.2 生徒の実態

授業実践を行う前に、生徒の実態を把握するため事前アンケートを行った。その結果を表6と図3に示す。回答は1～5の数値で示し、数値が大きいほど肯定的意見である。この表には古平⁽²⁾、飯塚⁽³⁾の事前アンケート結果も示している。

表6 事前アンケート結果

質問項目	平均値		
	他*	他**	本研究
1. ロボットに対して興味がある	3.0	2.9	4.3
2. ロボットについていろいろなことを知りたい	2.7	2.8	4
3. 制御がどのようなものか知っている	2.1	2.0	3
4. 身のまわりの機器がどのように制御されているか理解している	2.0	2.1	2.6
5. プログラムがどのようなものか知っている	2.0	2.2	2.7
6. プログラムを作成してみたい	2.7	3.0	4
7. プログラムについていろいろなことが知りたい	3.0	3.1	4.2
8. 自分の力でプログラムが考えられるようになりたい	3.2	3.1	3.8
9. これから行う授業が楽しみだ	3.4	3.6	4.4

他*：古平の研究例（必修時間内）

他**：飯塚の研究例（必修時間内）

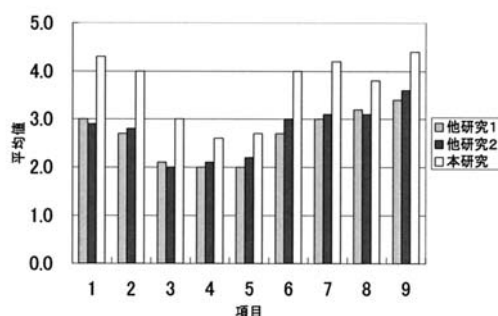


図3 事前アンケート結果の比較

本授業を受講する生徒のアンケート結果は、ロボット、プログラムに対する興味・関心（項目 1, 2, 6, 7, 8, 9）において高い数値を示した。また、他研究と比較しても、特にロボット、プログラムに対する興味・関心（項目 1, 2, 6, 7, 8, 9）が高いことがわかった。

また、制御やプログラムに関する知識・理解（項目 3, 4, 5）においても他研究と比較すると高い数値を示した。

これらの選択授業内の数値は、必修授業内の生徒の関心・意欲や知識・理解の差より高い値であった。

6.3 授業展開

授業計画に基づいた各時間の授業展開と生徒の様子について述べる。

（1）ガイダンス（1時間目）

授業の初めに、技術と生活とのかかわりについて説明し、そのかかわりを常に意識しながら授業に取り組むように伝えた。また、この授業でどんなことを学んでほしいかを具体的に伝え、目的意識を持って授業に取り組めるよう配慮した。授業参加の意欲を高めるために、グループ学習のグループを会社、友達を同僚と考えるように促すことで、授業に参加しないような場面を作らず、常に役割を分担したり、共同で作業を行うなど、協力して作業に取り組めるような雰囲気作りをした。さらに、生活に常に目を向けさせ、生活とのかかわりを意識させるために、最終目標が生活に役立つ機器の製作であることを伝え、学びながらも生活の中の課題を見つけ、その解決のために学んだ技術をどのようにいかしたらよいか考えるように促した。

（2）プログラム、計測・制御、フローチャートとは？（1時間目）

ここでは“プログラムとは？”ということでプログラムがどんなものかを説明した後、プログラムによって動いている機器にはどのようなものがあるか考えさせ、数名に発表させた。計測・制御に関しても同様に、計測・制御についてとセンサについて説明した後、センサが使われている機器を考えさせ、数名に発表させた。フローチャートについてはフローチャートの説明をした後、フローチャートの練習として自分の日常生活をフローチャートに描き表し、その後生活に密着した機器の中で自動ドアの動作についてフローチャートに描かせた。

生徒の様子は、プログラムによって動いている身近な機器を考える際に、そのほとんどがプログラムによって動いていることに気づき、さらにそのほとんどにセンサが使われていることに気づいたようであった。フローチャートについては描くのが初めての生徒もあり、正しく描けなかった生徒が数名いた。

（3）プログラミングツールの説明（2～3 時間目）

ここではプログラミングツールの使い方を覚えることを目的とし、まずプログラミングツールの起動方法、アイコンの説明、プログラミングの方法などを指導した。その後、プログラミングの練習として、超音波センサを使った追突防止カーを動かす課題を行った。

生徒の様子は、プログラミングツールに慣れることができたようで、アンケートの感想では実際にロボットが思い通りに動く充実感を覚えたというような感想が多かった。また、多くの生徒はロボットを動かすことが楽しいと感じていた。

（4）見本の機器の製作とプログラミング（4～6 時間目）

ここでは、身近な機器の中でエアコン・冷蔵庫のモデルの製作と自動ドアのモデルの製作を行うことを伝え、その機器の動きについて考えさせ、その後、製作に移った。各機器の製作が終わり次第、機器の構造を記したプリントを配付し、どの部分に習った技術が使われているかを確認させた。製作の手順は、まずモデルの見本の動きと形を見せ、同じような動きをする機器を製作するように伝えた。製作はテキストなどは作らず、見本を見ながら製作させた。こ

これは、この後の生活に役立つ機器の製作では完全にオリジナルの機器を製作することになるため、どんなパーツを使って、どのように組み立てれば見本のような形の機器を製作することができるのか自分なりに考えさせるためである。

生徒の様子はエアコン・冷蔵庫のモデルの製作ではプロペラを大きく製作し冷やす速度を上げたり、プロペラを2つつけて効率を上げたりと、様々な工夫をする様子が見られた。また、温度によってプロペラを回す速度を変化させるような工夫をする生徒もみられた。

自動ドアのモデルの製作では見本とまったく同じものを作ったグループはなく、それぞれのグループがパーツの使い方を工夫し、ドアをより丈夫な構造にしたり、センサの反応を良くするために配置を工夫したりと、それぞれのグループがオリジナルのものを作っていた。自動ドアの製作風景を図4に示す。また、プログラムに関しても、同じものではなく、センサによる待機を使わず分岐を使って処理したり、ロジックという考え方を使って分岐させるなど、今まで習った命令アイコンや、まだ習っていないものを自分なりに考えて使ってみたりと、意欲的な姿が見られた。



図4 自動ドアのモデルの製作風景

(5) 生活に役立つ機器の構想 (7 時間目)

ここでは最終課題である生活に役立つ機器の製作に向けて、そのアイデアをグループ内で出し合い、何を製作するか決める作業を行った。すぐに意見が出ないことを予想し、ガイダンスの段階でどのような機器を作るか考えながら学習していくよう伝え、さらに前時の最後に宿題として機器のアイデアを考えておくように伝えていたが、ほとんどの生徒がアイデアを出せていなかった。そこで、例として製作した「運転者のための居眠り防止ロボット」を見せ、誰のために、何のために、どのように使うかがはっきりしていればどのようなものでも良いと改

めて伝え、アイデアが出始め、最終課題で作る製作品を決定することができた。

(6) 生活に役立つ機器の製作とプログラミング (8~10 時間目)

ここでは前時に決定した生活に役立つ機器の製作を行った。その製作風景を図5に示す。初めは何から行えばよいかわからず手の止まっている生徒が多く見られたが、机間巡視しながら助言を加えていくと、徐々に構想が固まってきたのか、同じグループの仲間と協力しながら集中して作業に取り組んでいた。また、製作しながら「もっとこうしたらいいんじゃないか」と工夫を加え、さらに良い作品を作ろうと製作に励む姿が多く見られた。



図5 生活に役立つ機器の製作風景

(7) テストラン、ディバック (11 時間目)

ここではテストラン、ディバックについて説明し、その重要性を理解させた。その後、前時に製作が終わらなかったグループは製作を続け、終わったグループは発表会に向けて最終調整を行った。また、最終発表に向けて製品の説明書を作成させ、改めて製品の目的を確認させた。

生徒は様々な視点で自分の製作品を見直し、「製品を応用すればこんな使い方もできる」など、新たな発見をしたグループもいくつかあった。

(8) 発表会とまとめ (12 時間目)

ここではグループで製作した製作品の説明と実演を合わせた発表会を行った。説明の内容は使用対象者、使用目的、使用方法、アピールポイントである。また、発表を聞いた生徒にはよかった点や参考にしたい点、改良点などを発表させた。その様子を図6に示す。

生徒は他のグループの発表を興味深く聞き、意見発表では具体的に良かった点や改良点、どのように生活にいかすかなどの意見が多く出ていた。



図 6 発表会の風景

また、まとめでは今まで習った内容や作った作品などを振り返り、改めてプログラムによる計測・制御の技術が生活の中に多く関わっていることを確認させた。そして、学習した技術が本授業の中だけで終わってしまうのではなく、生活の中でいかしていくことが大切であるということを伝えた。最後に、授業の事後アンケートをとった。

6.4 アンケート結果

(1) 各時間アンケートの結果

アンケート調査を2時間続きの授業終了後に計6回で行った。アンケート項目は表4に示した生活にいかす力に大きく関係すると考えられる能力についての質問とした。結果を表7と図7に示す。

表 7 各時間アンケート結果

質問項目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
項目1	4.18	4.40	4.33	4.60	4.45	4.60
項目2	3.55	4.00	3.78	4.00	4.00	4.40
項目3	3.18	3.70	3.78	3.40	4.00	4.20
項目4	4.09	4.10	4.11	4.50	4.09	4.70
項目5	3.18	3.30	3.44	3.50	3.91	4.20
項目6	3.55	3.40	3.44	3.80	3.82	4.50
項目7	3.36	3.70	3.33	3.90	3.91	4.00

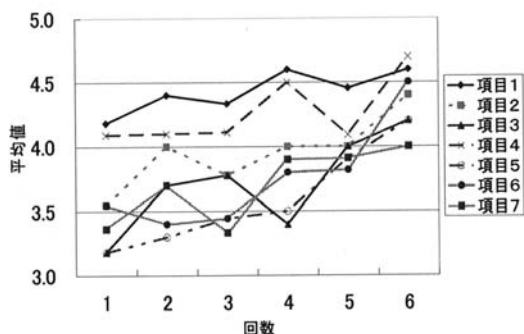


図 7 各項目の数値の変化

アンケートの結果から、各項目とも授業回数が増すと共に上昇傾向を示し、最終的に生活にいかす力に繋がると考えられる7つの項目のすべてにおいて高い数値が得られ、学んだ技術を生活にいかすに必要な能力を十分に伸ばすことができたと考えられる。

特に項目4の「今日学んだことが生活で使われていることがわかった」の数値は1回目のアンケート結果からすべて4以上の数値で、最終的には4.7という高い数値を示した。

本授業のねらいの1つは常に生活と技術との関連について意識しながら学習し、より効率的に理解を深めることであるが、そのねらいが十分に果たせた結果であると考えられる。また、生活にいかしていこうという意識の向上と共に、生活の中の課題を見つける能力を育成するねらいも果たすことができたと考えられる。

(2) 事前・事後アンケートの結果

事前・事後アンケートの結果とt検定による分析の結果を表8、図8に示す。

アンケートの質問項目は表5で示したとおりである。項目1～2がロボット学習に関する関心・意欲・態度、項目3～5がプログラムによる制御に関する知識・理解、項目6～8がプログラム学習に関する関心・意欲・態度である。

表 8 事前・事後アンケート結果とt検定

質問項目	事前		事後		p 値	有意差
	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
項目1	4.3	0.48	4.9	0.32	0.005	有
項目2	4.0	0.67	4.8	0.42	0.003	有
項目3	3.0	1.05	4.3	0.82	0.000	有
項目4	2.6	0.84	4.5	0.85	0.000	有
項目5	2.7	0.95	4.7	0.48	0.000	有
項目6	4.0	0.67	4.4	0.70	0.160	無
項目7	4.2	0.63	4.5	0.53	0.190	無
項目8	3.8	0.79	4.6	0.52	0.003	有
項目9	4.4	0.52	5.0	0.00	0.005	有

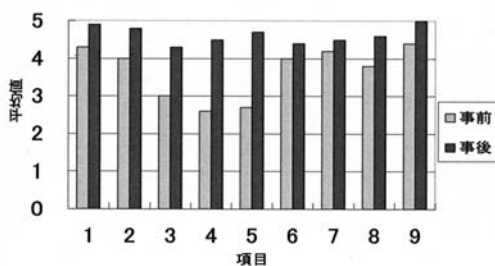


図8 事前・事後のアンケート結果

各項目とも事後の平均値は4以上の値であり、特に知識・理解の項目の伸びがよく、「プログラムによる計測・制御」に関する十分な知識が得られたと考えられる。また、t検定の結果、項目6・7以外において有意な差が見られた。なお、項目6・7の関心・意欲・態度の面では事前アンケートの時点で高い数値を示していたので伸びは他の数値より大きくないが、授業実践期間中は、関心・意欲・態度の面を継続して維持できた。

(3) 他研究との比較

これらのアンケート結果を古平⁽²⁾、飯塚⁽³⁾の研究結果と比較・検討した。ここでは各項目ごとの事前・事後の平均値の差を比較した結果を図9に示す。

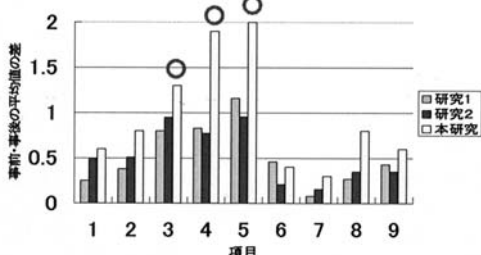


図9 他研究との平均値の差の比較

比較の結果、項目1・2・6・7・8・9においては大きな差が見られなかったが、項目3・4・5の「プログラムによる計測・制御」に関する知識・理解と身近な機器の制御に関する知識・理解の値の伸びが特に大きい。

各時間と事前・事後アンケートの結果から、本授業計画を用いた学習を行うことで、身近な機器の制御についてより詳しく理解することができ、その結果、生活の中に使われている技術に興味を持ち、技術を生活の中にいかす力に関係のあると考えられる

力の育成に効果があることが明らかになった。

7. まとめ

- ① 今回立案した授業計画の実践を行ったところ、「プログラムによる計測・制御」の基礎的な知識・技能を習得することができた。
- ② 生活に役立つ製品を作るという、学んだ技術を生活にいかす疑似体験のできる題材を用いた授業を行った結果、生活にいかしていこうという意識が向上すると共に、生活の中の課題を見つける能力を育成することができた。
- ③ 今回提案した授業計画と開発した題材は、新学習指導要領でも求められている学んだ技術を生活にいかす力に必要であると考えられる、生活と技術の関連についての知識、技術に関する基礎的な知識・技能、生活にいかそうとする態度、課題を発見する力、生活を工夫し創造する力の育成に効果があることが明らかになった。
- ④ 今後の課題としては、今回選択授業内で行った授業計画を必修時間内で行うために、少ない授業時数で効果的に授業を進めるための方法の検討が必要である。
- ⑤ 今回提案した授業計画に機構の学習を加えることで、さらに高度な生活に役立つ機器のモデル化も可能になるため、複合題材として17時間必修授業内での授業計画の立案を検討することが望まれる。

参考文献

- (1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編，教育図書，(2008)
- (2) ORCA 研究所：<http://blorca-labo.com/>
- (3) アフレル：<http://www.afrel.co.jp/>
- (4) スズキ教育ソフト：<http://www.suzukisoft.co.jp/products/cubekart2/>
- (5) JAPAN-ROBOTECH：<http://www.japan-robotech.com/>
- (6) 古平真一郎：自律型ロボット教材を活用した「プログラムと計測・制御」学習に関する研究，宇都宮大学大学院教育学研究科教科教育専修技術教育専修平成19年度修士論文，(2008)
- (7) 飯塚真弘：自律型ロボット教材を用いた「プログラムによる計測・制御」学習プログラムの開発，宇都宮大学教育学部技術教育専攻平成20年度卒業論文，(2009)